

04.08.03

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 19 SEP 2003
WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年 9月 13日

出願番号
Application Number: 特願 2002-269291
[ST. 10/C]: [JP 2002-269291]

出願人
Applicant(s): ダイキン工業株式会社

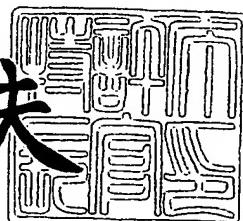
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 9月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 63702JP
【提出日】 平成14年 9月13日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 21/00
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府摂津市西一津屋1番1号 ダイキン工業株式会社
淀川製作所内
【氏名】 板野 充司
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府摂津市西一津屋1番1号 ダイキン工業株式会社
淀川製作所内
【氏名】 金村 崇
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府摂津市西一津屋1番1号 ダイキン工業株式会社
淀川製作所内
【氏名】 百田 博史
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府摂津市西一津屋1番1号 ダイキン工業株式会社
淀川製作所内
【氏名】 渡邊 大祐
【特許出願人】
【識別番号】 000002853
【氏名又は名称】 ダイキン工業株式会社
【代理人】
【識別番号】 100065215
【弁理士】
【氏名又は名称】 三枝 英二
【電話番号】 06-6203-0941

【選任した代理人】

【識別番号】 100076510

【弁理士】

【氏名又は名称】 掛樋 悠路

【選任した代理人】

【識別番号】 100086427

【弁理士】

【氏名又は名称】 小原 健志

【選任した代理人】

【識別番号】 100099988

【弁理士】

【氏名又は名称】 斎藤 健治

【選任した代理人】

【識別番号】 100105821

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100099911

【弁理士】

【氏名又は名称】 関 仁士

【選任した代理人】

【識別番号】 100108084

【弁理士】

【氏名又は名称】 中野 瞳子

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001616

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9706711

【プルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】エッティング液及びエッティング方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 比誘電率が 1.5 以上の膜 (High-k 膜) のエッティングレートが 2 Å / 分以上であり、熱酸化膜 (THOX) と High-k 膜のエッティングレートの比 ([THOX のエッティングレート] / [High-k 膜のエッティングレート]) が 50 以下であるエッティング液。

【請求項 2】 High-k 膜が、酸化ハフニウム膜、酸化ジルコニウム膜又は酸化ランタン膜である請求項 1 に記載のエッティング液。

【請求項 3】 热酸化膜のエッティング速度が、100 Å / 分以下である請求項 1 に記載のエッティング液。

【請求項 4】 フッ化水素 (HF) を含む、請求項 1 に記載のエッティング液。

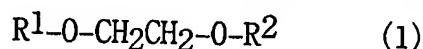
【請求項 5】 フッ化水素濃度が 3 mass% 以上である請求項 1 に記載のエッティング液。

【請求項 6】 フッ化水素及びヘテロ原子を有する有機溶媒を含む請求項 1 に記載のエッティング液。

【請求項 7】 ヘテロ原子を有する有機溶媒が、エーテル系化合物、ケトン系化合物、含硫黄複素環化合物である請求項 6 に記載のエッティング液。

【請求項 8】 ヘテロ原子を有する溶媒が、エーテル系化合物である請求項 7 に記載のエッティング液。

【請求項 9】 エーテル系化合物が、一般式(1)



[式中、R¹は炭素数 1 ~ 3 のアルキル基又は R^{1'}CO- (R^{1'}は炭素数 1 ~ 3 のアルキル基) を示し、R²は水素原子、炭素数 1 ~ 3 のアルキル基又は R^{2'}CO- (R^{2'}は炭素数 1 ~ 3 のアルキル基) を示す。] で表される化合物及び一般式(2)



[式中、R¹及びR²は前記と同じ。] で表される化合物からなる群より選ばれる少なくとも 1 種である請求項 8 に記載のエッティング液。

【請求項10】 エーテル系化合物が、テトラヒドロフラン、テトラヒドロピラン、フラン、フルフラール、 γ -ブチロラクトン、モノグライム、ジグライム及びジオキサンからなる群より選ばれる少なくとも1種である請求項8に記載のエッティング液。

【請求項11】 含硫黄複素環化合物が、スルホラン及びプロパンスルトンより選ばれる少なくとも1種である請求項7に記載のエッティング液。

【請求項12】 フッ化水素(HF)、ヘテロ原子を含む有機溶媒及び水を含み、HF:ヘテロ原子を含む有機溶媒:水=3mass%以上:50~97mass%:10mass%以下である請求項1に記載のエッティング液。

【請求項13】 請求項1に記載のエッティング液を用いて、シリコン酸化膜及び比誘電率が1.5以上の膜を有し、比誘電率が1.5以上の膜の上にゲート電極が形成された被エッティング物をエッティング処理するエッティング処理物の製造方法。

【請求項14】 請求項13の方法により得ることができるエッティング処理物。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、エッティング液、エッティング処理物の製造方法及び該方法により得ることができるエッティング処理物に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、半導体デバイスの微細化に伴いゲートの幅を狭めることが必要となっているので、スケーリング則に従いゲート絶縁膜の実効膜厚を薄くする必要が生じている。しかしながら、シリコンデバイスにおいてゲート絶縁膜として現在用いられているSiO₂膜をさらに薄くすると、リーク電流の増加や信頼性の低下といった問題が生じる。これに対して高誘電体材料(High-k材料)をゲート絶縁膜に用いて物理膜厚を厚くする方法が提案されている。かかる高誘電体材料としては、酸化ハフニウム等、酸化ジルコニウム膜等があるが、これらHigh-k膜は、一般に耐エッティング性が非常に高い。また、High-k膜をエッティングできるようなエッティング液であっても、High-k膜のエッティングプロセス前にSi基板上に成膜、形成さ

れたTHOX、TEOS等のSi酸化膜に対するエッティング速度があまりにも速いと、これらのSi酸化膜の機能が発揮できない程度までエッティングされてしまうので好ましくない。従って、High-k膜をエッティングでき、且つシリコン酸化膜のエッティング速度が抑えられたエッティング液が求められている（例えば、非特許文献1～3参照）。

【0003】

【非特許文献1】

Experimental observation of the thermal stability of High-k gate dielectric material on silicon , P.S.Lysaght et al, Journal of Non-Crystalline Solids, 303(2002)54-63

【0004】

【非特許文献2】

Integration of High-k Gate stack systems into planar CMOS process flows , H.R.Huff et al, IWGI 2001, Tokyo

【0005】

【非特許文献3】

Selective & Non-Selective Wet Etching, M.Itano et al, Wafer Clean & Surface Prep Workshop, International Sematech

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、High-k膜をエッティングでき、且つシリコン酸化膜のエッティング速度が抑えられたエッティング液を提供することを主な目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

即ち、本発明は下記の各項に示す発明に係る。

項1 比誘電率が1.5以上の膜（High-k膜）のエッティングレートが2Å／分以上であり、熱酸化膜（THOX）とHigh-k膜のエッティングレートの比（[THOXのエッティングレート] / [High-k膜のエッティングレート]）が5.0以下であるエッティング液。

項2 High-k膜が、酸化ハフニウム膜、酸化ジルコニウム膜又は酸化ランタン膜である項1に記載のエッティング液。

項3 熱酸化膜のエッティング速度が、100 Å／分以下である項1に記載のエッティング液。

項4 フッ化水素（HF）を含む、項1に記載のエッティング液。

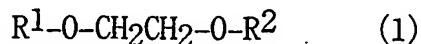
項5 フッ化水素濃度が3 mass%以上である項1に記載のエッティング液。

項6 フッ化水素及びヘテロ原子を有する有機溶媒を含む項1に記載のエッティング液。

項7 ヘテロ原子を有する有機溶媒が、エーテル系化合物、ケトン系化合物、含硫黄複素環化合物である項6に記載のエッティング液。

項8 ヘテロ原子を有する溶媒が、エーテル系化合物である項7に記載のエッティング液。

項9 エーテル系化合物が、一般式(1)



[式中、R¹は炭素数1～3のアルキル基又はR^{1'}CO- (R^{1'}は炭素数1～3のアルキル基) を示し、R²は水素原子、炭素数1～3のアルキル基又はR^{2'}CO- (R^{2'}は炭素数1～3のアルキル基) を示す。] で表される化合物

及び一般式(2)



[式中、R¹及びR²は前記と同じ。] で表される化合物

からなる群より選ばれる少なくとも1種である項8に記載のエッティング液。

項10 エーテル系化合物が、テトラヒドロフラン、テトラヒドロピラン、フラン、フルフラール、γ-ブチロラクトン、モノグライム、ジグライム及びジオキサンからなる群より選ばれる少なくとも1種である項8に記載のエッティング液。

項11 含硫黄複素環化合物が、スルホラン及びプロパンスルトンより選ばれる少なくとも1種である項7に記載のエッティング液。

項12 フッ化水素（HF）、ヘテロ原子を含む有機溶媒及び水を含み、HF：ヘテロ原子を含む有機溶媒：水=3 mass%以上：50～97 mass%：10 mass%以下である項1に記載のエッティング液。

項13 項1に記載のエッティング液を用いて、シリコン酸化膜及び比誘電率が15以上の膜を有し、比誘電率が15以上の膜の上にゲート電極が形成された被エッチング物をエッティング処理するエッティング処理物の製造方法。

項14 項13の方法により得ることができるエッティング処理物。

【0008】

【発明の実施の形態】

本発明のエッティング液は、熱酸化膜(THOX)と比誘電率の高い膜(High-k膜)のエッティングレートの比([THOXのエッティングレート]/[High-k膜のエッティングレート])が50以下であり、High-k膜のエッティングレートが2Å/分以上であるエッティング液である。

【0009】

比誘電率の高い膜(High-k膜)としては、比誘電率が15以上程度、好ましくは20以上程度、より好ましくは25以上程度、さらに好ましくは30以上程度の膜が用いられる。比誘電率の上限は、特に限定されるものではなく、被エッチング物の用途に応じた上限値であればよい。このようなHigh-k膜としては、酸化ハフニウム、酸化ジルコニウム、酸化ランタンなどが挙げられる。

【0010】

本発明のエッティング液は、THOXとHigh-k膜のエッティングレートの比(THOXのエッティングレート/High-k膜のエッティングレート)が50以下であり、好ましくは20以下程度、より好ましくは10以下程度、さらに好ましくは5以下程度、特に好ましくは4以下程度である。

【0011】

High-k膜とTHOXのエッティングレートの比が上記の範囲であると、以下の理由から好ましい。

【0012】

半導体素子の製造工程において、High-kゲート酸化膜のエッティングプロセス時には、Si基板上には、STI(Shallow Trench isolation)等のICの素子間分離に、Si酸化膜が成膜されており、また、ゲート酸化膜においても、High-k酸化層とSi基盤間に、Si酸化膜の中間層が薄く形成されている(図1参照)。High-kゲ

ート酸化膜のエッティングプロセスにおいて、High-k膜がオーバーエッチした際、これらの下地の膜がエッティングされると、これら膜の機能に支障をきたし、問題となる。従って、Si酸化膜がエッチされず、High-k膜のみをエッティングできるようなエッティング液が理想的であるが、High-k膜の膜厚、及びエッティング速度の均一性が高く、かつジャストエッチがなされれば、これらのSi酸化膜はエッチされないため問題ない。選択比が上記のような範囲であれば、エッティング時間を調整するなどしてSi酸化膜をエッチしないように制御できる範囲であると思われるの好ましい。上記の選択比であれば、High-k膜をオーバーエッチした場合であっても、Si酸化膜の機能に支障をきたさないオーバーエッチの範囲に制御することが可能であると思われる。或いは、中間層のSi酸化膜は、サイドからエッチされるので、エッチされるのに時間がかかり、上記したような選択比であれば、問題のない範囲内でのエッティングに制御することが可能となると考えられる。

【0013】

本発明のエッティング液は、High-k膜のエッティングレートが、2 Å／分以上程度、好ましくは5 Å／分以上程度、より好ましくは10 Å／分以上程度である。

【0014】

High-kゲート酸化膜ウェットエッティングプロセスにおける、スループットの観点から、2 Å/分以上程度であることが望ましい。

【0015】

High-k膜のエッティングレートが2 Å／分以上であり、High-k膜と熱酸化膜（THOX）のエッティングレートの比が50以下であるという条件は、当該エッティング液がエッティング可能な温度範囲内であれば、いずれかの温度で満たせばよく、本発明のエッティング液は、所望の温度で上記2つの条件を満たすようなエッティング液であればよい。好ましくは、20℃以上のいずれかの温度で上記2つの要件を満たすようなエッティング液であればよく、より好ましくは20℃～溶媒の沸点以下の温度範囲のいずれかの温度、さらに好ましくは20～90℃のいずれかの温度、特に好ましくは30～90℃のいずれかの温度で上記2つの要件を満たすようなエッティング液であればよい。上記した温度範囲の中でも、好ましくは50～90℃のいずれかの温度、特に50℃で上記2つの要件を満たすようなエッティング

液であればよい。

【0016】

本発明のエッティング液は、THOXのエッティングレートが、100Å／分以下程度、好ましくは50Å／分以下程度、より好ましくは30Å／分以下程度である。この場合の液温は、エッティング液の種類に応じて異なり、当該エッティング液がエッティング可能な温度範囲内であればいずれの温度であってもよく、好ましくは、20℃以上のいずれかの温度、より好ましくは20℃～溶媒の沸点以下の温度範囲のいずれかの温度、さらに好ましくは20～90℃のいずれかの温度、特に好ましくは30～90℃のいずれかの温度で上記要件を満たすようなエッティング液であればよい。上記した温度範囲の中でも、好ましくは50～90℃のいずれかの温度、特に好ましくは50℃で上記要件を満たすようなエッティング液であればよい。

【0017】

熱酸化膜（THOX）に対して、High-k膜を上記したような比でエッティングすることができれば、TEOSなどの他のシリコン酸化膜に対しても、同様な比率でエッティングすることができる。

【0018】

本発明のエッティング液のエッティングレートは、本発明のエッティング液を用いて各膜（High-k膜、THOX、TEOS等のシリコン酸化膜など）をエッティングし、エッティング前後での膜厚の差をエッティング時間で割って計算することにより求めることができる。

【0019】

本発明のエッティング液としては、フッ化水素（HF）を含むエッティング液、好ましくはフッ化水素、及びヘテロ原子を有する有機溶媒を含むエッティング液が例示される。

【0020】

HFの含有量は、好ましくは3mass%以上程度、より好ましくは10mass%以上程度である。HFの含有量の上限値については、特に限定されるものではないが、好ましくは50mass%程度、より好ましくは35mass%程度、さらに好まし

くは25mass%程度である。

【0021】

HFとしては、希フッ酸（50mass%水溶液）を通常用いるが、水を含まない場合には、100%HFを用いることもできる。

【0022】

ヘテロ原子を有する有機溶媒としては、エーテル系化合物、ケトン系化合物、含硫黄化合物などが好ましい。

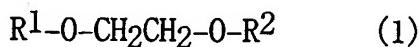
【0023】

これらの中でも、エーテル系溶媒が好ましい。

【0024】

エーテル系化合物としては、鎖状又は環状のいずれであってもよく、例えば、下記式（1）又は（2）で表されるような化合物が好ましく例示される。

【0025】



[式中、R¹は炭素数1～3のアルキル基又はR^{1'}CO-（R^{1'}は炭素数1～3のアルキル基）を示し、R²は水素原子、炭素数1～3のアルキル基又はR^{2'}CO-（R^{2'}は炭素数1～3のアルキル基）を示す。] で表される化合物；

一般式（2）



[式中、R¹及びR²は前記と同じ。] で表される化合物。

【0026】

アルキル基としては、炭素数1～3程度のアルキル基が好ましく、メチル基、エチル基、プロピル基などが挙げられる。

【0027】

一般式（1）で表される化合物としてはモノグライムが挙げられる。一般式（2）で表される化合物としてはジグライムが挙げられる。

【0028】

他のエーテル系化合物としては、テトラヒドロフラン、テトラヒドロピラン、フラン、フルフラール、γ-ブチロラクトン、ジオキサン等が挙げられる。

【0029】

これらエーテル化合物の中でも、モノグライム、ジグライム、テトラヒドロフラン、ジオキサン、 γ -ブチロラクトンが好ましく、モノグライムが特に好ましい。

【0030】

ケトン系化合物としては、 γ -ブチロラクトンなどの環状化合物が挙げられる。

【0031】

含硫黄化合物としては、スルホラン、プロパンスルトンなどの環状化合物が挙げられる。

【0032】

本発明のエッティング液は水を含んでいてもよい。水を含む場合の含有量は、10 mass%以下、好ましくは5 mass%以下、より好ましくは3 mass%程度である。ただし、本発明のエッティング液としては、水を含まないものの方が好ましい。

【0033】

本発明の好ましいエッティング液としては、

- ・ HF : ヘテロ原子を含む有機溶媒（好ましくは、エーテル系化合物）：水 = 3 mass%以上 : 50 ~ 97 mass% : 0 ~ 10 mass%
- が例示される。

【0034】

より具体的には、下記のようなエッティング液が挙げられる。

- ・ HF : モノグライム : 水 = 3 ~ 50 mass% : 50 ~ 97 mass% : 0 ~ 10 mass%
- ・ HF : ジグライム : 水 = 3 ~ 50 mass% : 50 ~ 97 mass% : 0 ~ 10 mass%
- ・ HF : ジオキサン : 水 = 3 ~ 50 mass% : 50 ~ 97 mass% : 0 ~ 10 mass%
- ・ HF : テトラヒドロフラン : 水 = 3 ~ 50 mass% : 50 ~ 97 mass% : 0 ~ 10 mass%

本発明のエッティング液は、シリコン基板上にHigh-k膜と、THOXやTEOS等のシリコン酸化膜とが表面に形成されたものを被エッティング物としてエッティング処理するのに好適に使用できる。

【0035】

例えば、半導体製造プロセスにおいて、シリコン基板上に、THOXやTEOS等のシリコン酸化物をトレンチに埋め込んで素子分離領域を形成し、High-k膜を形成した後、ゲート電極を形成し、次いで、例えばゲート電極をマスクとして、High-k膜をエッチングしてゲート絶縁膜を形成する際に用いることができる。

【0036】

なお、本発明のエッティング液を用いてエッティングする前に、少しだけHigh-k膜を残すようにしてドライエッティングを行ってもよい。即ち、2段階のエッティングによりHigh-k膜のエッティングを行う際、ドライエッティングによりHigh-k膜の上部をエッティングし、残ったHigh-k膜を除去するためにウェットエッチを行う場合があり、本発明のエッティング液を当該ウェットエッチに用いることができる。

【0037】

本発明のエッティング方法において、エッティング液の温度は、所望のエッティング速度及び選択比でHigh-k膜とTHOXをエッティングできる限り特に限定されるものではなく、High-k膜の種類、エッティング液の種類などに応じて適宜設定することができる。例えば、フッ化水素を含むエッティング液であればフッ化水素濃度が高い場合は比較的低い温度で「High-k膜のエッティングレートが2 Å／分以上である」という要件を満たすが、フッ化水素濃度が低い場合は、当該要件を満たすためには比較的高い温度でエッティングする必要がある。このように、エッティング液の成分の種類及び成分の配合割合に応じて、本発明の要件を満たすような温度に適宜設定すればよい。エッティング液の温度は、通常、20～90℃程度、好ましくは20～60℃程度である。

【0038】

エッティング処理は、常法に従って行えばよく、例えば、被エッティング物を、エッティング液に浸漬させればよい。浸漬させる場合の時間は、所望のエッティング速度及び選択比でHigh-k膜とTHOXを所望の厚さエッティングできる限り特に限定されるものではなく、High-k膜の種類、エッティング液の種類、エッティング液の液温などに応じて適宜設定することができるが、通常、1～30分間程度、好ましくは3～10分間程度浸漬すればよい。

【0039】

本発明のエッティング液を用いてエッティングを行った半導体基板は、慣用されている方法、（例えば、Atlas of IC Technologies: An Introduction to VLSI Processes by W. Maly, 1987 by The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc. に記載された方法）に従って、様々な種類の半導体素子へと加工することができる。

【0040】

【発明の効果】

本発明によれば、High-k膜をエッティングでき、且つシリコン酸化膜のエッティング速度が抑えられたエッティング液が提供される。

【0041】

【実施例】

本発明の実施例について記述するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0042】

実施例1～6及び比較例1～6

下記表1に示す組成でH F及び溶媒を含むエッティング液を調製した。シリコン基板上に、MOCVDによる酸化ハフニウム膜又は熱酸化膜（THOX）をそれぞれ形成した試験基板に対するエッティングレート及び選択比を求めた。

【0043】

エッティングレートは、エッティング前後での膜厚の差をエッティング時間で割って計算したものである。

【0044】

膜厚は、Rudolf Research社 Auto EL-III エリプリメータを用いて測定した。

【0045】

エッティングは、エッティング液（液温50℃）に試験基板を10分間浸漬することにより行った。

【0046】

各エッティング液での、HfO₂膜及び熱酸化膜（THOX）に対するエッティング速

度及びこれら膜に対するエッティングの選択比を表1に示す。

【0047】

【表1】

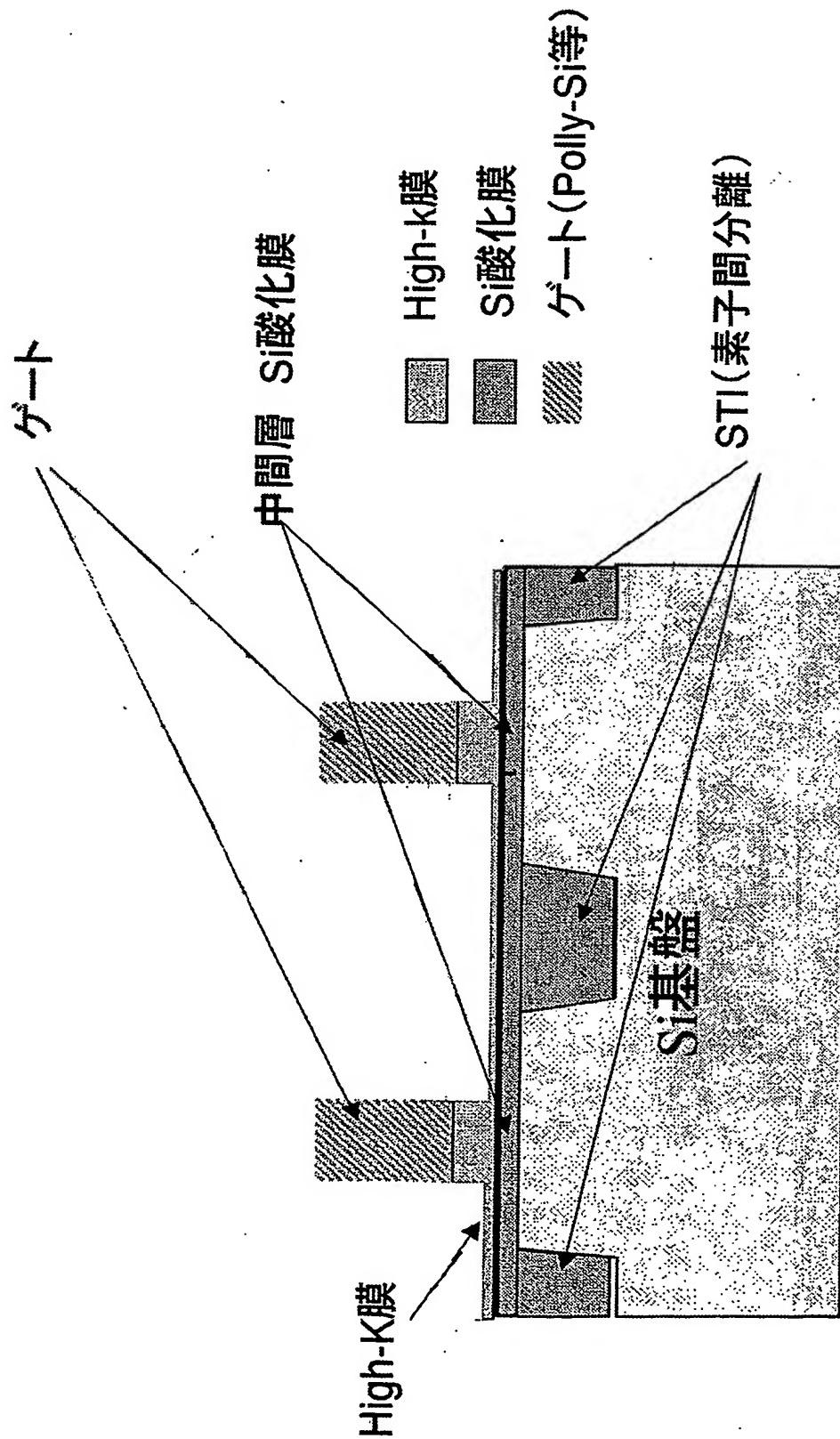
	溶媒 種類	HF濃度 (mass%) 濃度 (mass%)	エッチング速度(Å/分)		エッチング速度 選択比 (THOX/MOCVD HfO ₂)
			MOCVD HfO ₂	THOX	
実施例1	モノグライム	7.5	2.5	5.7	2.0
実施例2	ジグライム	7.5	2.5	5.4	3.2
実施例3	1,4-ジオキサン	7.5	2.5	2.1	2.9
実施例4	テトラヒドロフラン	7.5	2.5	3.1	5.2
実施例5	スルホラン	8.0	2.0	9.5	9.0
実施例6	γ-ブチロラクトン	8.5	1.5	3.4	7.0
比較例1	DMSO	7.5	2.5	3.6	2.7
比較例2	NMP	7.5	2.5	3.6	3.7
比較例3	エチレングリコール	7.7	2.3	2.4	5.0
比較例4	IPA	7.5	2.5	10.2	23.0
比較例5	水	7.5	2.5	9	75.0
比較例6	酢酸	7.5	2.5	10.4	90.0

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の被処理物の一例の模式図。

【書類名】 図面

【図 1】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 High-k膜をエッティングでき、且つシリコン酸化膜のエッティング速度が抑えられたエッティング液を提供する。

【解決手段】 比誘電率が1.5以上の膜(High-k膜)のエッティングレートが2Å/分以上であり、熱酸化膜(THOX)とHigh-k膜のエッティングレートの比([THOXのエッティングレート] / [High-k膜のエッティングレート])が50以下であるエッティング液。

【選択図】なし

特願2002-269291

出願人履歴情報

識別番号 [000002853]

1. 変更年月日 1990年 8月22日

[変更理由] 新規登録

住所 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル
氏名 ダイキン工業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.